

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-218214

(43)Date of publication of application : 27.09.1986

(51)Int.Cl.

H03H 9/17

(21)Application number : 60-058193

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 25.03.1985

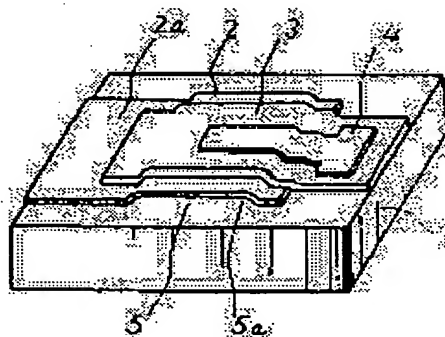
(72)Inventor : SUZUKI HITOSHI  
SATO HIROAKI

## (54) PIEZOELECTRIC THIN FILM RESONATOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain excellent piezoelectricity without giving damage to a thin film constituting air gap by using a metallic film provided to a substrate in a bridge shape as a lower electrode, providing a piezoelectric thin film onto the lower electrode in a bridge shape and providing the upper electrode onto the piezoelectric thin film so as to be opposed to the lower electrode.

CONSTITUTION: The metallic film 2 constituting the lower electrode is formed onto the substrate 1 so as to form the air gap layer 5 and the piezoelectric thin film 3 and the upper electrode 4 are formed sequentially on the film 2. The bridge form of the metallic film 2 on the substrate 1 is used as a support of the air gap layer 5 so as to prevent damages to the edge of the air gap 5a (substrate 1 and a bridge shape boundary) of the air gap 5a produced to a dielectric film made of SiO<sub>2</sub> in a conventional resonator due to micro crack. Since the piezoelectric thin film 3 is formed onto a comparatively uniform metallic film 2, that is, onto the lower electrode, deterioration in the orientation of the axis C is not given and the piezoelectric thin film with a large electromechanical coupling coefficient is obtained and a resonator characteristic with a large response is obtained. Further, the change in the opposed area due to the shift of position of the upper/lower electrodes is minimized, then the variance in the characteristic is made less to improve the productivity.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-218214

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 03 H 9/17

識別記号

庁内整理番号

7210-5J

⑭ 公開 昭和61年(1986)9月27日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 圧電薄膜共振子

⑯ 特 願 昭60-58193

⑰ 出 願 昭60(1985)3月25日

⑱ 発 明 者 鈴 木 仁 川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内  
⑲ 発 明 者 佐 藤 弘 明 川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究所内  
⑳ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 川崎市幸区堀川町72番地  
㉑ 代 理 人 弁 理 士 則 近 憲 佑 外1名

明細書の浄書(内容に変更なし)

明 細 書

1. 発明の名称

圧電薄膜共振子

2. 特許請求の範囲

(1) 基板と、この基板との間に空隙層が形成されるように設けられた金属膜と、この金属膜の上側に前記空隙層に対応した領域を含んで形成された圧電膜と、この圧電膜をはさみ金属膜と少なくとも一部対向するように設けられた電極とを具備したことを特徴とする圧電薄膜共振子。

(2) 電極は空隙層に対応した領域内で少なくとも一個以上有することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の圧電薄膜共振子。

(3) 圧電膜はその上側に誘電体膜を形成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の圧電薄膜共振子。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の技術分野〕

この発明は、VHF帯およびUHF帯用として好適な圧電薄膜を用いた圧電薄膜共振子に関するもの

である。

〔発明の技術的背景とその問題点〕

近年、材料技術や加工技術の進歩とともに半導体素子の高密度集積化が推し進められている。しかしながら、高周波帯の受動部品特に共振子やフィルタ等の共振回路部品は半導体素子に比べて小型化の開発が立ち遅れているのが実情である。このため、無線通信機器やコンピュータ関連機器等の応用分野において、VHF帯およびUHF帯域で半導体素子との集積化が可能な小型受動部品の開発が強く望まれている。

従来、数MHz～十数MHzの比較的低い周波数帯では共振子やフィルタとして水晶やチタン酸鉛系セラミックス等の圧電基板を用い、その厚み振動を利用した振動子が実用化され数多く使用されている。この振動子は長さ、幅または厚み等の幾何学的形状により共振周波数が決まる。ところが、このような圧電基板は機械的強度および加工上の制約を受けるため、単なる機械的研磨法では基板の厚みが数十μm程度にとどまり、したがってそ

の基板の基本共振周波数は高々数十MHz程度が限界となっていた。

そこで、これ以上の周波数を必要とする場合には高次厚み振動を利用することになるが、この場合の電気機械結合係数は次数の二乗に反比例するため、極端に小さくなるので容量比が増大し、またスプリング共振が所望の共振点に近い位置に近いため、広帯域共振子フィルタや電圧制御発振器用広帯域共振子の実現が難しく実用的ではなかった。

これに対し、最近厚み振動の基本モードあるいは比較的低次のオーバートーンで動作する超小型のVHF,UHF帯用共振子の実現を目指して圧電薄膜を用いた共振子が研究されている。

このような圧電薄膜共振子としては例えば  
"Progress in the Development of Miniture Thin Film SAW Resonator and Filter Technology"  
Proceedings of the 36th Annual Symposium on Frequency Contr 1 1982年6月号第537頁～第548頁等において開示されているものがある。

することができるため、超小型の共振子を容易に形成することができるとともに、集積回路の一部として組み込むことができる。

ところが、この共振子には次のような重大な欠点がある。

(1) 通常シリコン基板に空穴部を形成するために使われるPEDエッチング液(ピロカテコール  $C_6H_4(OH)_2$ 、エチレンジアミン  $NH_2(CH_2)_2NH_2$ 、水  $H_2O$  の混合液)のエッチング速度が最大50  $\mu m/Hr$  と小さいため、通常用いられる3インチ径シリコン基板の厚さが400  $\mu m$  なので、これをエッチングするのに約8時間を要し、極めて生産性が悪く量産が困難である。

(2) 基板自体に空穴部が形成されるため、機械的強度が弱く製作工程上の取り扱いが難しくなる。

(3) 空穴部を形成した後圧電薄膜を真空中で形成するため、基板面の温度分布が不均一になる。したがって、圧電薄膜自体の結晶の配向性が乱れ膜質および圧電性が劣化するため、電気機械結合係数が小さくなり、振動損失が増大して共振子の

これはシリコン等の半導体結晶基板に異方性エッチング技術を用いて基板の裏面に空穴を形成して半導体薄膜を振動部の一部として所定の厚さだけ残し、その上に振動用下部電極、圧電薄膜、振動用上部電極を形成することにより共振子とするものであり、次のような特長をもっている。

1) 振動部を極めて薄く形成することができるため、100MHz～数GHzの周波数帯において基本モードあるいは低次モードで動作させることができる。

2) 電気機械結合係数を大きくすることができるため、低容量比の共振子を実現可能となり、広帯域な共振回路として利用できる。

3) 振動部が複合振動膜で構成されているため、圧電膜と逆符号の周波数温度係数を有する誘電膜とを組合せることができる。これにより、圧電材料自体の温度特性より優れた共振子ができ、構成条件によっては、温度係数を零にすることができる。

4) 一般的集積回路と同様の技術を用いて形成

容量比が大きくなり、Qが低下する。

(4) 集積回路の一部に共振子を組み入れる際、保護膜を使用していても空穴形成工程で他の集積回路に損傷を与えることが多く、歩留りが悪かった。

そこで、これらの欠点を除去するものとして本願の出願人によって第3図および第4図に示すような空腔型の共振子が先に提案されている。

この空腔型共振子は、図に示すように、基板21上に $SiO_2$ 等の誘電体膜22が基板21との間に空腔層23が形成されるように一部突出して設けられているのが特徴である。第3図および第4図において、24は誘電体膜22上に形成された四辺形状の圧電薄膜、25,26はこの圧電薄24を挟んで形成された下部電極および上部電極であり、誘電体膜22は振動膜および支持体の一部をなすものである。

この共振子は、量産性が良く機械的強度が改善され、膜形成時の温度分布を均一にでき、かつ集積時の損傷が少ない等多くの長所を備えている。

しかしながら、図示の共振子について本発明者

が詳細に実験を行ったところ、新たに次のような問題が生じることがわかった。支持部の一部をなす誘電体膜22として $\text{SiO}_2$ 膜を用いた場合、空隙口27の橋形部分の一部が破損することがあった。この原因としては、 $\text{SiO}_2$ 膜の内部応力が空隙口27の橋形部分に集中し、硬い材料である $\text{SiO}_2$ 膜にマイクロクラックが生じるものと考えられる。破損しないようにするには、空隙口27を小さくする、 $\text{SiO}_2$ 膜22を充分厚く形成する方法があるが、空隙口27の大きさは下部電極25および上部電極26の寸法によって決定されてしまい、下部電極25の面積を小さくすると、圧電薄膜24のC軸配向性が劣化し良好な圧電性が得られない欠点がある。また、 $\text{SiO}_2$ 膜を厚くすることは高周波帯での利用範囲がせまくなる欠点がある。

さらに、図示の共振子は下部電極25と上部電極26を直線的に配置したものであるから、電極25、26の対向部分の面積が電極パターンの位置誤差により大きく影響を受けるため共振子特性の

#### 〔発明の効果〕

この発明によれば、空隙層の支持部の一部として金属膜を橋形に形成することで、マイクロクラックによる破損がなくなり、製品の信頼性を高めることができる。また、歩留りを向上させることができる。また、圧電薄膜は下部電極すなわち金属膜上に一様に形成されるためC軸配向性の劣化がなく圧電性が良好でレスポンスの大きい共振子特性が得られる。しかも上下電極の位置ずれによる対向面積の変化を最小限に抑えることができるため、共振子およびフィルタの特性バラツキを少なくし、生産性を高めることができる。さらに複数個の共振子を空隙層に対応した領域に設けることができるため、音響結合を利用したフィルタを同一振動部に形成することができる。

#### 〔発明の実施例〕

以下、図面を参照してこの発明を詳細に説明する。第1図(a)はこの発明の一実施例による圧電薄膜共振子を示すもので、基板1上に空隙5が形成されるように下部電極を構成する金属膜2が

バラツキが生じやすく、歩留りが悪くなり生産性が著しく低下する欠点がある。また下部電極または上部電極を歯状に複数に分割し、それぞれ対向させて複数の共振子を弾性的に結合するフィルムに構成することが困難になる。

#### 〔発明の目的〕

この発明は上記の欠点を解消するためになされたもので、空隙を構成する薄膜部の損傷がなく、良好な圧電性を有する圧電薄膜が得られ、しかも電極パターン形成時の位置ずれによる影響を軽減し、弾性的結合フィルタを容易に構成することができる圧電薄膜共振子を提供することを目的とする。

#### 〔発明の概要〕

この発明の圧電薄膜共振子は、基板上に空隙層が形成されるように金属膜を橋形に設け、この金属膜を下部電極とし、この下部電極上に圧電薄膜を橋形に設け、さらに圧電薄膜上に下部電極と少なくとも一部対向するように上部電極を設けたことを特徴とするものである。

形成され、その上に圧電薄膜3および上部電極4が順次形成されている。このような圧電薄膜共振子は以下のようにして製作される。まず、基板1上に予じめスパッタリング法やホットエッチング法等の手段を用いて化学的に溶解しやすい $\text{ZnO}$ 等の空隙形成用物質膜を長形状に形成しておく、その上に空隙形成用物質膜の少なくとも一部がはみだすように $\text{Au-Ti}$ 等の金属膜2下部電極を帯状に真空蒸着法やホットエッチング法等の手段を用いて形成する。このとき、金属膜2は一部が突出した橋形構造に形成される。この金属膜2上にRFでマグネトロンスパッタ法等の手段を用いて $\text{ZnO}$ 等の圧電薄膜を形成し、フォトリソグラフィ技術を用いて金属膜2のパット部2aを除く所望の位置にレジストパターンを形成し、これをマスクとしてエッチング液を用いて所定の大きさの圧電薄膜3を形成する。さらに、この圧電薄膜3の上に金属膜2の一部に対向して上部電極4を真空蒸着法等の手段を用いて形成する。最後に、圧電薄膜3および電極4をホトレジスト等の保護膜で被覆し

たのち、これを空隙形成用物質を溶解するエッチング液（ $ZnO$  の場合には  $HCl$  等の希酸液）に浸して空隙形成用物質膜を溶解する。このとき、金属膜 2 および上記保護膜は全く溶解せず、空隙形成用物質膜だけが 2ヶ所に設けられた空隙口 5 の付近から溶解し、最終的に空隙形成用物質は全て溶解して基板 1 と金属膜 2 との間に空隙層 5 が形成されて圧電薄膜共振子が完成される。ここで、空隙層 5 の厚さは共振子の動作周波数における振動変位の数倍以上であれば充分であるが、作成の容易さから数百  $\text{\AA}$  ～ 数  $\mu\text{m}$  位が望ましい。

この圧電薄膜共振子は金属膜 2 と上部電極 4 との間に電気信号を印加することにより、電極対向部を中心に空隙層 5 に対応する領域に形成された圧電薄膜 4 が振動することにより振動子として動作する。

第 1 図(b)は、上記第 1 図(a)と同様の方法で形成されたフィルタの構成を示すもので、上部電極 4 と隣接してもう一方の上部電極 4a を設けたものであり、共振周波数近傍で電極負荷効果によるエ

化を最小限に抑えることができるため共振子およびフィルタの特性バラツキを少なくし、生産性を高めることができる。また、最終工程で空隙形成用物質膜を除去することにより、中間工程で空隙形成用物質膜上に金属膜 2（下部電極）圧電薄膜 3 および上部電極 4 を堆積させることができるため、膜形成時に温度分布が均一になり、膜を良好に形成することができる。これにより、振動損失が少なく容量比の小さな共振子を容易に得ることができる。

次に、この発明の他の実施例として第 2 図に示すように第 1 図(a)の共振子および(b)のフィルタの上に  $SiO_2$ ,  $Si_3N_4$  等の化学的に安定な保護用の誘電体膜 11 を設けた構造のものがある。ここでは、第 1 図(a), (b)と同一部分に同一符号を記して説明を省略する。このように、圧電膜 3 および上部電極 4 を誘電体膜 11 で被覆することにより、温度等の外気の影響を防ぎ信頼性を高めることができる。また、誘電体膜 11 として圧電薄膜 3 と逆符号の周波数温度係数を有する物質を用いること

により、エネルギーの一部分が他方の上部電極 4a 側に音響的に伝わり、誘起された振動エネルギーを上部電極 4a から取り出すことによりフィルタとして動作するものである。

したがって、このような構成によれば、基板 1 上に金属膜 2 の橋形で空隙層 5 の支持部とすることにより、従来のように  $SiO_2$  等の誘電体膜で生じていた空隙口 5a 端部（基板 1 と橋形界面部）のマイクロクラックによる破損が防止され製品の信頼性を高めることができる。さらに、歩留りを向上させて生産性を高めることができる。さらに、重要なことは、従来のように下部電極が部分的に存在している場合には、圧電膜の形成過程で圧電膜の C 軸配向性が劣化してしまうが、本発明の構成では圧電薄膜 3 は比較的一様な金属膜上 2、すなわち下部電極上に形成されるため C 軸配向性の劣化がなく電気機械結合係数の大きい圧電薄膜が得られ、レスポンスの大きい共振子特性が得られる。また上下電極の位置ずれによる対向面積の変

より、温度特性の優れた共振子を得ることができる。さらに、誘電体膜 11 を空隙形成時の保護膜として兼用することにより、ホトレジスト等の保護膜の除去工程を省略することができるため、その分生産性を高めることができる。なお、この発明は上記実施例に限定されるものではなく、要旨を変更しない範囲において種々変形して実施することができる。この発明によれば、保護用誘電体膜の物質は  $SiO_2$  に限られるものではなく、 $SiO_2$  にリンをドーブした PSG (Phospho Silicate Glass)、 $SiO_2$  に硼ロンとリンをドーブした BPSG (Boro Phospho Silicate Glass) 等のガラス類でもよく、また圧電薄膜の周波数温度係数と逆であれば複数種類の誘電体膜を重ねた複合膜であってもよい。

この発明によれば、圧電薄膜の物質は  $ZnO$  に限られるものではなく、 $AlN$ ,  $Nb_2O_5$ ,  $Ta_2O_5$ ,  $PbTiO_3$  等の物質を圧電薄膜として使用することができる。

この発明によれば、空隙形成用物質膜の物質は  $ZnO$  に限られるものではなく、空隙形成用エッチング液にて容易に溶解できるものであれば金属、

図面の浄書(内容に変更なし)

酸化物、半導体、誘電体、高分子材料等の物質を空隙形成用物質膜として使用することができる。

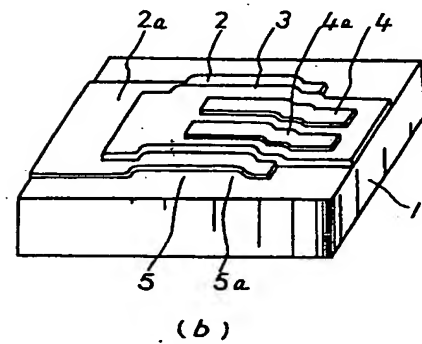
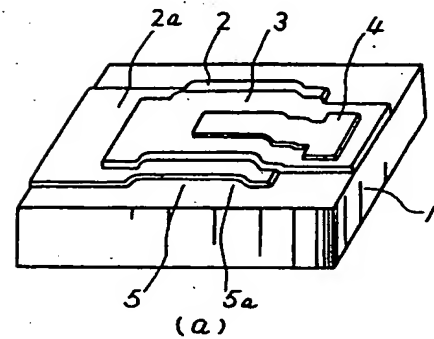
この発明によれば、基板の物質は圧電薄膜共振子を集積回路内に組み込む場合には、Si, GaAs等の半導体を基板として使用し、また個別部分としてハイブリッド回路等に組み込む場合には、セラミックス、ガラス等を基板として使用することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

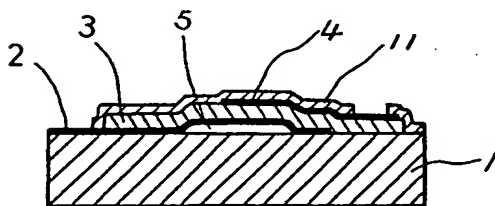
第1図はこの発明の一実施例を示す図、第2図はこの発明の他の実施例を示す断面図、第3図および第4図は従来の圧電薄膜共振子を示す図である。

- 1…基板、2…金属膜(下部電極)、
- 2a…パット部、3…圧電薄膜、4, 4a…上部電極、
- 5…空隙層、5a…空隙口、11…誘電体膜、
- 21…基板、22…誘電体膜、23…空隙層、
- 24…圧電薄膜、25…下部電極、26…上部電極、
- 27…空隙口。

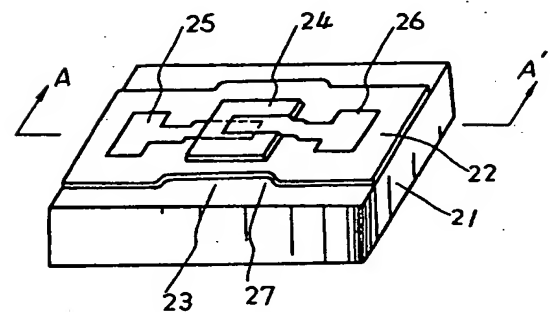
代理人 弁理士 則 近 憲 佑  
(ほか1名)



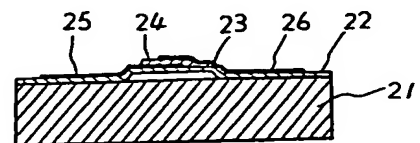
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

手 続 補 正 書 (方式)

昭和 60 年 7 月 12 日

特 許 庁 長 官 殿

1. 事件の表示

特願昭60-58193号

2. 発明の名称

圧電薄膜共振子

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人  
(307) 株式会社 東芝

4. 代 理 人

〒105

東京都港区芝浦一丁目1番1号

株式会社東芝 本社事務所内

(7317) 弁理士 則 近 憲 佑



5. 補正命令の日付

昭和60年6月25日(発送日)

6. 補正の対象

明細書および図面の浄書

7. 補正の内容

願書に最初に添付した明細書および図面の  
浄書を別紙のとおり提出する。(内容に変更なし)

方式  
審査

